

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**“ Estudio sobre la Posibilidad para
la Obtención de Almidón a partir
del Elote, Olote, Rastrojo y
Paja de Trigo ”**

TESIS

Que para obtener el Título de

QUIMICO

presenta

Gloria Perusquía Castillo

Querétaro, Qro.

1968.

No. Reg. H53670

.. TS

Clas. 604.6

P471e

DEDICATORIAS

Con todo cariño y agradecimiento

A MIS PADRES:

A MIS HERMANOS:



A MIS COMPAÑEROS:

Manifiesto mi sincero agradecimiento a mi maestro

QUIM. JESUS VENEGAS VAZQUEZ

por su valiosa ayuda y dirección que me fue brindada

durante el desarrollo de este trabajo.

Mi agradecimiento

A MIS MAESTROS:

Por su ayuda y cooperación a:

ING. QUIM. GILBERTO HERNANDEZ

ING. HERBER BARKER

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
 - II. HISTORIA Y GENERALIDADES
 - III. PROCESOS GENERALES PARA OBTENCION DE ALMIDONES
 - IV. TRABAJOS EFECTUADOS
 - V. ESTUDIO ECONOMICO
 - VI. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

2

CAPITULO I
Introducción

Teniendo en cuenta la producción anual en el estado de Querétaro, de olote, rastrojo y paja de trigo, en cantidades comprendidas entre: 33 700 - 43 900 Ton. 247 000 - 343 000 Ton. y 4 000 - 4 400 Ton. respectivamente, las que en su totalidad normalmente son aprovechadas para alimento de ganado o para otros fines menos importantes, se pensó en la posibilidad de que pudieran ser aprovechadas en la obtención de ALMIDON, de acuerdo con el proceso que se cita en el capítulo IV de este trabajo.

También se efectuaron pruebas de obtención con olote.

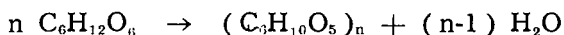
El dato referente a la producción de éste, difícilmente puede conocerse, en vista de la irregularidad que pueda tenerse en el aprovechamiento de dicha materia prima para tal fin.

Puede hacerse notar, que el residuo de estos materiales, una vez extraído el ALMIDON, llegáse a tener otro aprovechamiento de la misma naturaleza que el efectuado; sin embargo, esto no se llevó a cabo en su totalidad. sino sólo parcialmente.

CAPITULO II
Historia y Generalidades

POLISACARIDOS.

Los polisacáridos de un mismo tipo aislados de fuentes distintas, pueden ser; los dos mejor conocidos son: el ALMIDON y la celulosa. Los polisacáridos se pueden considerar como polímeros de condensación, en los que los monosacáridos o sus derivados se unen glicosídicamente con eliminación de agua.



Así la hidrólisis completa de los polisacáridos sólo da monosacáridos o sus derivados. Aunque el tamaño de las moléculas de los polisacáridos varía notablemente de una especie a otra, la mayoría de los que se encuentran en la Naturaleza tienen un peso molecular elevado, y generalmente contienen de ciento a varios miles de unidades de monosacáridos.

Son sustancias de peso molecular desconocido con exactitud; para éste, que debería ser una constante específica, se han encontrado valores de 20 000, 100 000, 200 000 y 1 000 000, datos de muy poca utilidad en el esclarecimiento de la realidad molecular de ellos.

Son insípidos, amorfos e insolubles, aun cuando algunos de ellos pueden formar soluciones aparentes (soluciones coloidales) con el agua.

Los polisacáridos son sustancias de reserva en los vegetales y también, el material de que está hecho el recubrimiento que envuelve a las células de las plantas.

Los hidratos de carbono que utilizan los animales en su alimentación, en su gran mayoría son polisacáridos. Entre los hidratos de carbono que desempeñan el papel de 'materia' de reserva en las plantas, se encuentra el ALMIDON, la hemicelulosa y la lignina.

Algunos polisacáridos parcialmente despolimerizados o degradados se llaman Dextrinas.

El término polisacárido puede aplicarse correctamente a cualquier

polímero de condensación de monosacáridos que contenga aproximadamente diez o más unidades de monosacáridos. Los polímeros que contienen de dos a nueve unidades de azúcar (o dan por hidrólisis un número relativamente pequeño de unidades de monosacárido por molécula), se denominan Oligosacáridos.

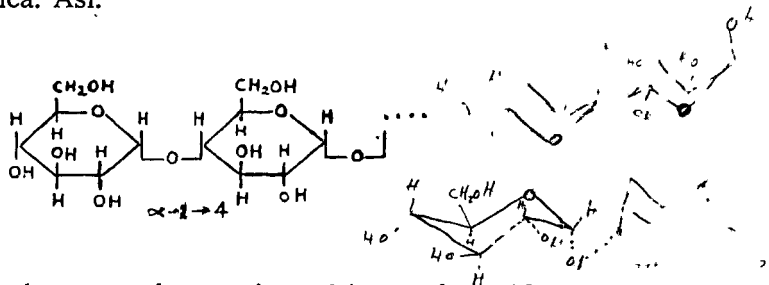
También se da el nombre de Glicanas a los polisacáridos, y el que está compuesto de una sola especie de monosacárido condensado, se denomina con la raíz del nombre del azúcar y la terminación (ana).

En otra época, algunos polisacáridos recibieron nombres terminados en (ina), que hoy se conservan por razón del uso.

Los polisacáridos, como su nombre lo indica, son sacáridos polimerizados presentar ligeras diferencias en su estructura, prácticamente indistinguibles.

Así la amilosa, del ALMIDON de una procedencia puede contener un solo $\alpha - 1 \rightarrow 6$ o algún otro enlace glicosídico entre sus enlaces normales $\alpha - 1 \rightarrow 4$; pero la amilosa de otra fuente puede contener varios de esos enlaces excepcionales.

La flecha va del número del átomo de carbono del azúcar que figura como miembro glicosídico original, hacia el número del átomo de carbono de la unidad de azúcar próxima, que suministra el grupo hidróxilo para la combinación glicosídica. Así:



Reglas generales de nomenclatura sistemática no han sido antes aplicadas a los polisacáridos, y sólo ahora algunos investigadores aplican las normas de nomenclatura actuales.

En consecuencia, muchos nombres vulgares dados a varios polisacáridos, reflejan el origen del polisacárido o alguna propiedad notable. Así el nombre inglés del ALMIDON, starch, proviene de la palabra anglosajona "streaun", que significa "atiesar".

CLASIFICACION.

Los polisacáridos pueden clasificarse:

1. Por su origen, por ejemplo: polisacáridos animales, bacterianos, de las gomas o de las algas marinas;
2. Por la presencia de cierto constituyente, por ejemplo; mucopolisacáridos, los cuales contienen aminoazúcares; pentosanas, que contienen unidades de azúcares pentosas;
3. Por su composición química y estructura.

La última es la clasificación más lógica desde el punto de vista científico. En ella los polisacáridos compuestos exclusivamente de un producto único, es decir, de una sola especie de monosacárido, se clasifican como Homopolisacáridos; los que contienen una mezcla de productos, es decir dos especies de monosacáridos, se denominan Di-heteropolisacáridos y los que contienen tres, cuatro, cinco unidades de monosacáridos diferentes, se llaman Tri, Tetra y Penta Heteropolisacáridos respectivamente.

En el primer grupo se encuentran los polisacáridos de pentosas o pentosanos y de hexosas o hexosanos. Entre los hexosanos se encuentran polisacáridos tan importantes como el glucógeno, el ALMIDON y la celulosa.

No se conocen polisacáridos que contengan más de cinco especies de monosacáridos. Bajo estos encabezamientos principales, los polisacáridos se clasifican atendiendo a la estructura lineal o ramificada de la molécula. Si sus estructuras son suficientemente conocidas, pueden subdividirse por el tipo de enlace glicosídico presente en la molécula.

ESTADO NATURAL.

Los polisacáridos son muy abundantes en plantas terrestres de orden superior y en las algas marinas, en las que constituyen unas tres cuartas partes del peso en seco.

Existen en todas las formas de vida y son importantes como alimentos, elementos estructurales, controles sistemáticos, protectores de heridas, antidesecantes, etc.

Los polisacáridos que sólo contienen una especie de azúcar polimerizado, se presentan en mayores cantidades que los que contienen dos o

más especies.

Los polisacáridos que sirven principalmente como alimentos de reserva, son por regla general ramificados o, como en el ALMIDON, son mezclas de polisacáridos lineales y ramificados. Los polisacáridos lineales tienen poca solubilidad y una marcada tendencia a la asociación. Por ejemplo: la amilosa, glucana lineal que se encuentra en casi todos los almidones, se precipita lentamente de una solución de ALMIDON.

Los polisacáridos se suelen depositar en los tejidos junto con otras muchas sustancias, y por ello se encuentran en forma de mezclas. En algunos la pureza es muy alta. EL ALMIDON de las semillas y tubérculos está casi exento de otras sustancias.

USOS INDUSTRIALES.

Los polisacáridos encuentran innumerables aplicaciones industriales. Almidones, gomas y algas, se usan mucho en suspensiones viscosas para el apresto de textiles y papel, para el espesamiento de soluciones y estabilización de suspensiones coloidales, como adhesivos y en preparaciones farmacéuticas.

A L M I D O N

HISTORIA.

EL ALMIDON es conocido desde hace miles de años. Los romanos lo llamaban "amylum", palabra derivada del griego "amilon". Fue primeramente aislado de la harina de trigo y de otros cereales conocidos del mundo antiguo.

En épocas posteriores se ha producido en: Europa, de las papas; en el Oriente, del arroz; en América, del maíz y de la raíz de la mandioca.

En un principio, la fabricación del ALMIDON no tenía más objetivo que el de conseguir el producto en estado lo más similar posible a como se encuentra en la materia vegetal, tanto si se destinaba a fines de alimentación, como para su empleo técnico. Plinio atribuye el descubrimiento de la preparación del ALMIDON a los habitantes de Quíno, éstos dejaban agriar durante varios días los granos de trigo en agua, y por filtración

a través de tamices, separaban el almidón de la mayor parte de los materiales que lo acompañan; luego lo libran del agua sobre ladrillos y lo dejaban secar. Un procedimiento igualmente primitivo, indicado por Catón, fue perfeccionándose progresivamente y dio lugar finalmente a la fabricación de ALMIDON de trigo en Holanda, en el siglo XVI. El nombre latino "amylum" para el almidón, deriva del griego (sin molino) ya que el ALMIDON, a diferencia de la harina de semillas gramíneas, se obtenía prescindiendo de la molturación. En el siglo XVII comienza a consumirse patata como materia prima para la fabricación de ALMIDON en escala doméstica, como más tarde en la fabricación manual e industrial. Se separaba el ALMIDON levigando con agua las patatas ralladas. El paso del rallador manual a las instalaciones de rallado o raspado mecánico, se vio estimulado por el deseo de obtener de las patatas fácilmente alterables, un producto estable de mayor calidad.

Durante el siglo XIX, Alemania, Francia, Holanda y Rusia, fueron los principales productores de ALMIDON, a base principalmente de patata y trigo.

En los Estados Unidos, la industria del ALMIDON se desarrolló casi exclusivamente de maíz, y consiguió un grado de madurez tal, que esta suerte de ALMIDON llegó a aventajar el producto de los países europeos, tanto por su superior calidad en muchos aspectos, como por la baratura de la materia prima.

Entre tanto, el descubrimiento de técnicas de preparación de adhesivos de almidón (dextrinas), así como de jarabe capilar, favorecieron el desarrollo de la industria del ALMIDON, de modo que a partir de la mitad del siglo XIX, a ido avanzando a una considerable importancia junto a la preparación de fécula de arroz.

El aislamiento del ALMIDON de madera para estudios químicos, fue primeramente consumado en el Laboratorio de Investigación de Productos Forestales, Princes Risbrough, en 1933 (Rep. Forest Products Research Board, H. S. M. O. London, 1933) y las primeras preparaciones de ALMIDON de savia de madera de nogal y roble, fueron descritas por Campbell (Biochem. j. 1935) en marzo de 1935. En junio del mismo año, Niemann, Roberts y Link (J. Biol. Chem, 1935), presentaron su estudio bien conocido, sobre el aislamiento y caracterización de un polisacárido de ALMIDON del tejido leñoso del manzano. En todas esas preparaciones y en otras que les siguieron notablemente, aquella de Sullivan (J. Assoc, Off. Agric. Chem,

1935, y de Spoehr y Milner (J. Biol. Chem. 1936), los nativos gránulos de ALMIDON, fueron primeramente hechos solubles y recuperados en una forma amorfa de extractos de madera, se usaron varios aparatos para quitar las impurezas solubles, tales como taninos, materias colorantes y otros polisacáridos extraídos de la madera al mismo tiempo.

Debido a la guerra, el trabajo fue interrumpido desde 1939 hasta 1946. Se encontró después que la condición ácida de esta primera preparación de ALMIDON granular de la madera, fue mejorada y las investigaciones estructurales descritas, fueron hechas sobre material fresco de olmo (*olmus campestris*).

GENERALIDADES.

EL ALMIDON es el más importante de los polisacáridos comestibles, es uno de los primeros productos de asimilación de la planta viva, es especialmente abundante en los tejidos embrionicos (tubérculos de la patata, arroz, trigo y semillas de maíz).

Se presenta en forma de un polvo blanco, inodoro, amorfo, insoluble en agua fría, alcohol y éter.

Es un alimento de reserva en las plantas, se forma por síntesis a partir del bióxido de carbono y del agua, que al reaccionar mutuamente bajo la acción fotoquímica de los rayos solares, en presencia de un catalizador contenido en los cloroplastos de las hojas, llamado clorofila, forman el polisacárido con separación de oxígeno, según la siguiente reacción:



Las plantas forman una molécula de gas carbónico y regresan una molécula de oxígeno; la reacción molecular entre la substancia asimilada y la substancia desasimilada es de 1:1 en este caso y se llama "coeficiente de asimilación".

El ALMIDON que se forma en las hojas de las plantas por asimilación directa, emigra en forma soluble a otros lugares de la planta, donde se utiliza en la formación de los tejidos vegetales, o en caso de que la cantidad de ALMIDON que produjo la planta sea mayor que la cantidad que consume, se deposita en forma insoluble en otras partes de la planta, quedando como substancia de reserva, para utilizarse en los procesos vegetativos posteriores.

El ALMIDON es depositado en las células como gránulos microscópicos de tamaños variados (desde 0.5 a 170μ) y formas muy diferentes, esféricas ovoides, en forma de lenteja o irregular. Los granos de ALMIDON tienen una forma característica definida y esta propiedad se utiliza para identificar almidones microscópicamente.

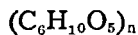
Constan generalmente de un núcleo, alrededor del cual se agrupan numerosas capas concéntricas, lo cual es común en los almidones de cereales, o pueden estar en capas excéntricas como en el almidón de papa; esas capas se pueden ver claramente en granos de ALMIDON que han sido calentados.

Las semillas contienen a veces hasta 70% de ALMIDON y las raíces y tubérculos hasta 30% .

FORMULA.

La composición elemental de los polisacáridos debiera ser:

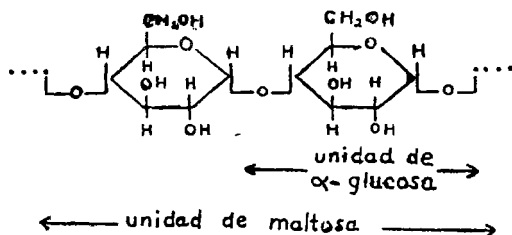
$(C_6H_{12}O_6)_n (H_2O)_{n-1}$ pero como el peso molecular de los polisacáridos es tan grande, no es posible, dada la insuficiente sensibilidad de los métodos analíticos, apreciar la pequeña diferencia entre $(H_2O)_n$ y $(H_2O)_{n-1}$, por lo que se acostumbra asignar la fórmula general:



En la que n es probablemente mayor que un millón.

ESTRUCTURA.

El ALMIDON está formado por una larga cadena de unidades de glucopiranosas, unidas una a otra por intermedio de un átomo de oxígeno en unión α -glucosídica.



Por hidrólisis completa produce glucosa, con los fermentos dá maltosa.

Hawort ha establecido que las cadenas tienen una longitud de 26 a 30 unidades de glucosa, pero la aplicación de estos métodos, determinan evidentemente rotura de dichas cadenas; los métodos físicos conducen a asegurar una longitud de cadena de 1 200 unidades. Staudinger estima que las moléculas de ALMIDON están formadas por una larga cadena principal, con otras laterales de 30 unidades de la principal.

El ALMIDON contiene pequeñas cantidades de fósforo, el cual se cree que forma parte de su molécula; cuando actúa un fermento sobre el ALMIDON, se supone que rompe los enlaces que unen a algunas de sus macromoléculas y libera entonces fósforo. El residuo de 30 unidades de longitud, se desdobra por la acción de la B amilasa, desprendiendo unidades, la cual resiste la acción de dicho fermento. También contiene de 0.01 a 0.05% de nitrógeno y algunos ácidos grasos.

La estructura del almidón no se conoce con tanta seguridad, a consecuencia de la mayor dificultad en la interpretación de los datos de difracción de rayos X y otras constantes.

Sin embargo, es sabido que un ALMIDON contiene dos tipos de estructuras: la substancia "amilosa" (fracción A), que es un polímero lineal, es soluble en agua y se recupera por concentración, formando un precipitado insoluble, es de bajo peso molecular y da con el yodo un color azul intenso; la envoltura "amilopectina" (fracción B), es un polímero ramificado, es una substancia mucilaginosa con propiedades gelificantes, es de elevado peso molecular y da con el yodo un color rojo púrpura.

Los almidones generalmente contienen de 80 a 90% de "amilopectina" y de 10 a 20% de "amilosa". En algunos casos el contenido de "amilosa" es mayor, el almidón de patata contiene 20% de "amilosa", muchos otros almidones contienen la misma cantidad de "amilosa" y "amilopectina", siendo una excepción notable el almidón de maíz de manteca que prácticamente está libre de "amilosa".

Estos dos polímeros se hallan en el gránulo de ALMIDON orientados y asociados en una estructura reticular cristalina, de tal modo que los gránulos son insolubles en agua fría y algo resistentes a las enzimas hidrolíticas naturales.

Se supone que las cadenas más cortas son las más solubles y cons-

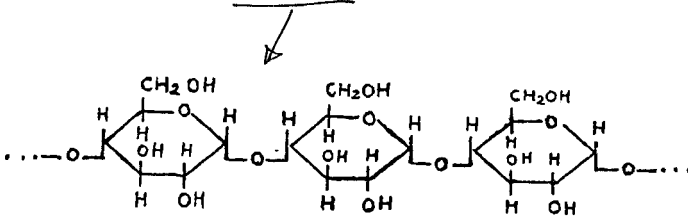
tituyen la fracción “amilosa, en tanto que las más largas forman parte de la “amilopectina”.

La “amilosa” y la “amilopectina” son hidrolizadas a maltosa por la contiene fósforo como esterificante en forma de ácido fosfórico y cationes, potasio y calcio.

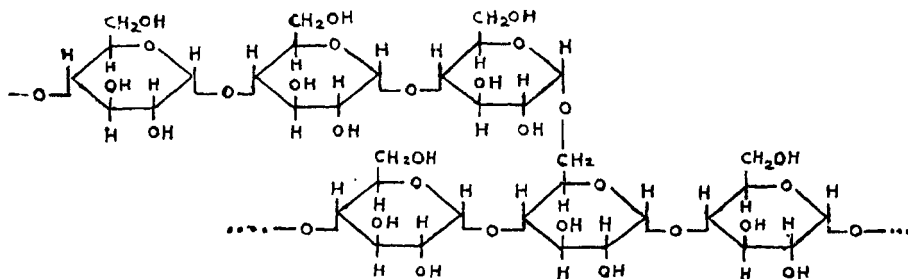
La configuración molecular de la “amilosa” y “amilopectina” que se acepta en la actualidad, toma en cuenta los hechos experimentales siguientes:

1. La hidrólisis del ALMIDON, provocada por soluciones acuosas diluidas de ácidos orgánicos en condiciones adecuadas, lo transforman cuantitativamente en glucosa.
2. La hidrólisis del ALMIDON que provocan ciertas enzimas llamadas “amilasas”, se detiene en un disacárido llamado maltosa, en una cantidad que llega al 80% en condiciones óptimas de experimentación.
3. La hidrólisis del éter trimetilico del ALMIDON da principalmente, 2, 3, 6, - trimetil glucosa, y una pequeña cantidad (aproximadamente el 5%) de 2, 3, 4, 6 - tetrametil glucosa.

Consideraciones de esta naturaleza han llevado a W. N. Haworth a proponer la fórmula de la “amilosa” que se muestra a continuación:



Por lo que respecta a la “amilopectina”, sabemos que no se diferencia notoriamente en la estructura de la “amilosa”, se admite que la diferencia entre ambas estriba en que: en la “amilosa”, la sucesión de las moléculas de glucosa, forma cadenas lineales, en tanto que en el caso de la “amilopectina” se forman cadenas ramificadas, como se muestra a continuación:



La "amilosa" no contiene electrolitos, en cambio la "amilopectina" enzima diastaza y a D (+) glucosa por ácidos diluidos (la amilopectina dá alrededor de 50% de maltosa).

La determinación del peso molecular de la "amilosa" es efectuado por medida de la presión osmótica, dando un valor de 10 000 a 50 000; y el de la "amilopectina" determinado de la misma manera, es de 50 000 a 100 000. La estructura macromolecular de las dos fracciones presentes en el ALMIDON, explican ampliamente las propiedades físico-químicas de este producto y su conducta en cuanto a viscosidad, hinchamiento, gelificación y engrudización en solución acuosa, de capital importancia para la utilización técnico-práctica del almidón.

Se dispone de métodos anticuados para separar las "amilosas" de las "amilopectinas", habiéndose realizado estudios acerca de la forma de unión de las unidades de glucosa, en cada tipo de polisacárido. El método más utilizado para ello, es la electroforesis de la disolución de ALMIDON, que separa la mayor parte del ALMIDON en forma de "amilopectina gelatinosa en el ánodo, mientras que la "amilosa" permanece en disolución.

Otro método es la separación de la "amilopectina" (por separación) con agua caliente, se combina frecuentemente con ácido fosfórico, mientras que la fracción "amilosa" no.

Otra forma de separar estos dos polímeros, es añadiendo n-butanol a una solución coloidal caliente (acuosa) de almidón, y dejando enfriar la mezcla a temperatura ambiente. La fracción A precipita y la B se obtiene de las aguas madres por adición de metanol.

Haworth y col. (1946) emplearon timol para llevar a cabo la precipitación selectiva.

Un proceso industrial para la separación de “amilosa” y “amilopectina”, consiste en la precipitación fraccionada de una solución en sulfato magnésico acuoso caliente.

PROPIEDADES.

Propiedades Físicas,

Peso Molecular por medidas de Presión Osmótica — $(162.14)_n$

Forma Cristalina — Amorfa.

Índice de Refracción — 1.53.

Densidad en gr/ml — 1.50 a temperatura de 21°C.

Rotación — $[\alpha]^{20}_D + 189$.

El diámetro de los gránulos de ALMIDON de los cereales varía entre 3 y 20 micras; el de raíces y tubérculos entre 10 y 100 micras; el ALMIDON de palma tiene un diámetro medio de 50 micras.

Estudiando en el polvo de ALMIDON los diagramas de difracción de los rayos X, se han medido varios tipos de células unitarias de la red cristalina. Las dimensiones de la célula elemental (tipo A) del ALMIDON de maíz son: A = 154 Å; B = 8.87 Å; C = 6.18 Å. Todos los gránulos naturales son birrefringentes, y observados con luz polarizada, muestran una sombra característica en forma de cruz en el centro morfológico del grano.

Los gránulos de ALMIDON se hinchan progresivamente cuando se calientan en agua a 60 - 70°C; se disuelven los polímeros lineales más cortos. A temperaturas más altas, los gránulos se gelatinizan. Con la gelatinización se pierde la birrefringencia, se desintegra el gránulo y se forma una pasta, un gel o un sol, según el origen y la concentración del ALMIDON.

En general los gránulos pequeños se gelatinizan más despacio y a temperaturas más elevadas que los grandes. La temperatura y el modo de gelatinización caracterizan la variedad botánica del ALMIDON y pueden ser utilizadas para determinar el origen. Sin embargo, la temperatura de gelatinización es función del pH. Los álcalis cáusticos y muchas bases orgánicas y varios agentes de dispersión, notables por su capacidad para romper los enlaces de hidrógeno (por ejemplo, el tiocianato de amonio), son disolventes del ALMIDON a la temperatura ordinaria.

Mullen y Pascu hallaron que el calor de gelatinización de los almidones varía según las dimensiones de los gránulos, entre 5 700 cal/unidad de glucosa en los gránulos muy pequeños del almidón de arroz y 9 080 cal/unidad de glucosa en los del almidón de patatas relativamente grandes. El valor hallado para el almidón de maíz fue de 7 100 cal/unidad de glucosa.

El comportamiento del ALMIDON frente al agua es muy complicado. Sin tratamiento previo, sus granos casi no son atacados por el agua fría. Al calentar y a partir de 50°C aproximadamente, se hinchan fuertemente con absorción de agua. La suspensión turbia de estos granos hinchados, que se conoce con el nombre de "engrudo", tiene a una concentración pequeña (1.4%) una gran viscosidad y se transforma por enfriamiento en una jalea consistente.

Cuando se prepara el engrudo por debajo de los 100°, solamente se disuelve una pequeña parte de la substancia; se necesita un calentamiento prolongado, con agitación, para que se vaya transformando el engrudo en un sol coloidal claro y bastante fluido, pero que no es muy estable.

Abandonado por largo tiempo, y más rápidamente por enfriamiento, se deposita de nuevo una gran parte de ALMIDON en forma difícilmente soluble, fenómeno que se llama "retogradación".

Por molienda prolongada, o por tratamiento con ácido clorhídrico diluido frío, se puede facilitar notablemente la dispersión del ALMIDON en el agua. El "almidón soluble" así obtenido, ha perdido la capacidad de dar engrudo y forma directamente disoluciones transparentes y fluidas que al cabo de cierto tiempo, no obstante, se recuperan igualmente.

La viscosidad del engrudo de ALMIDON, depende notablemente de su contenido en electrolito.

EL ALMIDON calentado a 150 - 160°C se transforma en productos muy solubles en el agua y que se conoce con el nombre de "dextrinas"; a temperatura más elevada se descompone lentamente, carbonizándose y por último arde.

La organización de los gránulos de ALMIDON puede romperse por una extensa molienda u otro medio mecánico que somete al material a poderoso esfuerzo cortante.

Las propiedades coloidales más importantes del ALMIDON en disper-

sión o en solución acuosa son: la transparencia, el color, la viscosidad, fluidez, resistencia del gel, potencia adhesiva y capacidad de formar película.

Staudinger ha encontrado que en las series de polímeros y para disoluciones muy diluidas, existe la siguiente relación entre la viscosidad relativa η (es decir la viscosidad respecto al agua = 1), la concentración (en gr/lit) por el grado de polimerización p (es decir el número de grupos

$C_6H_{10}O_5$ por mol en el caso del almidón): $\frac{\eta - 1}{c} = kp$. Por consiguiente,

cuando se puede determinar el peso molecular por medios crioscópicos u osmóticos, podrá calcularse también el valor numérico de la constante k y con ella el grado de polimerización de los términos de moléculas grandes.

Otras propiedades físicas del ALMIDON que tienen una importancia industrial, son las de su polvo seco. Algunas variedades o modificaciones son muy móviles, propiedad que realza sus cualidades para ser utilizado en espolvoreo o como portador o diluyente inactivo de sustancias químicas activas, como las alcalinas y ácidas que componen la levadura química.

El ALMIDON es un absorbente eficaz para aceites, ácidos grasos y agua; el ALMIDON cuidadosamente desecado, absorbe hasta 30% de humedad; según la humedad relativa del aire gran parte de esta agua es firmemente retenida por enlace de hidrógeno en los hidroxilos de las moléculas de ALMIDON. El calor de hidratación del ALMIDON es aproximadamente de + 25 cal/gr.

Propiedades Químicas.

La propiedad química del ALMIDON que en la actualidad tiene mayor importancia industrial, es la relativa facilidad con que su enlace polimérico es hidrolizado por las enzimas y por los ácidos.

El ALMIDON, y sobre todo el polímero lineal de éste, reacciona característicamente con el yodo para formar el complejo de color azul.

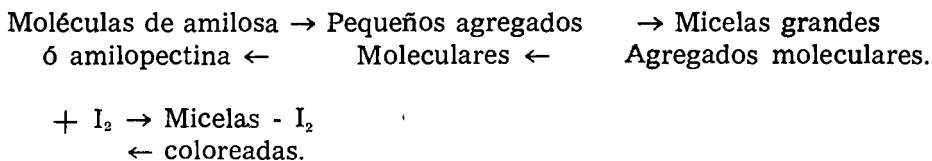
Algunos investigadores creen que el color azul, es debido a la "amiloza" y probablemente una consecuencia de la fijación de moléculas de yodo en el interior de la hélice del polisacárido.

Otra interpretación es que el color azul con yodo, reacción típica del ALMIDON, se debe a la fracción "amilosa", que absorbe de 18 a 20% de su peso de yodo, como se ha valorizado potenciométricamente. El producto azul, es un compuesto de inclusión, en el cual las moléculas de yodo entran en los espacios abiertos en el centro de una hélice de las unidades de C_6 que forman la molécula de "amilosa". La "amilopectina" absorbe sólo 0.5 a 0.8% de yodo.

El yoduro de ALMIDON es un polvo azul oscuro y muy higroscópico; se ha propuesto la fórmula: $4 [(C_6H_{10}O_5)_4I] IH$, pero actualmente se supone que es un compuesto de sorción del yodo y de ión I_3^- - por el ALMIDON; compuesto de adsorción en la superficie y de absorción en la masa.

Parece haberse demostrado recientemente que el color azul, es debido solamente a un isómero del ALMIDON que se forma por la acción catalítica del yodo. Solamente el hidróxido de lantano además del ALMIDON, produce color azul con el yodo.

Como se dijo anteriormente, la amilosa produce un color azul negro, mientras que la amilopectina da un color rojo púrpura con yodo, los colores desaparecen calentando las soluciones y reaparecen enfriando, estos fenómenos pueden ser mejor explicados por medio de las siguientes consideraciones: En soluciones de almidón, existe un equilibrio entre moléculas, moléculas asociadas y complejos de moléculas asociadas (micelas). El yodo reacciona con las micelas de almidón, a través de valencias secundarias (coordinadas) para formar los complejos coloreados. Cuando se calientan las mezclas, las micelas se rompen para recuperar el equilibrio a través de los pequeños agregados y moléculas con el rompimiento de los complejos de las micelas de yodo. Por enfriamiento, las micelas y los complejos de yodo-micela se forman y el color retorna.



Una lejía de sosa cáustica al 2%, hincha el ALMIDON a la temperatura ordinaria y forma una gelatina débilmente translúcida.

HIDROLISIS.

La hidrólisis es la acción más importante que sufre el ALMIDON. Esta hidrólisis puede ser provocada por los ácidos minerales diluidos o por enzimas.

Las enzimas que hidrolizan al ALMIDON se conocen como Amilasas, son de origen vegetal y animal. Las amilasas vegetales son especialmente abundantes en granos, patatas y en todas las semillas germinadas. Las amilasas animales son representadas por la ptialina de la saliva y la amiloxina del jugo pancreático.

Dentro de las amilasas conocidas, pueden establecerse dos grupos llamados respectivamente α y β amilasas. En este caso la designación α y β (amilasas) no se refiere a la configuración del enlace glicosídico que se hidroliza; ambos grupos de enzimas hidrolizan los enlaces α (1 \rightarrow 4) - glicosídicos.

Las β amilasas (enzima diastaza) hidrolizan rápidamente la fracción "amilosa" del almidón a maltosa, esta conversión es prácticamente cuantitativa, sin que se formen cantidades apreciables de dextrinas; bajo ciertas condiciones, la hidrólisis no es completa.

En el curso de la acción de la β amilasa sobre la amilosa, la capacidad de dar color azul con el yodo se pierde lentamente, indicando la presencia de largas cadenas para dar el disacárido.

Cuando las β amilasas actúan sobre la "amilopeptina", la hidrólisis se realiza en un 50 ó 60% aproximadamente de la máxima teórica (calculada como maltosa). Estas enzimas atacan a los polisacáridos desde el extremo no reductor de la cadena, rompiendo alternativamente los enlaces α (1 \rightarrow 4) - glicosídicos liberando unidades de maltosa. Este efecto es prácticamente completo en la amilosa de cadena lineal sin modificar, pero en la amilopeptina ramificada, la acción enzimática cesa en los puntos de ramificación de la cadena, es decir, en los enlaces (1 \rightarrow 6) - glucosídicos.

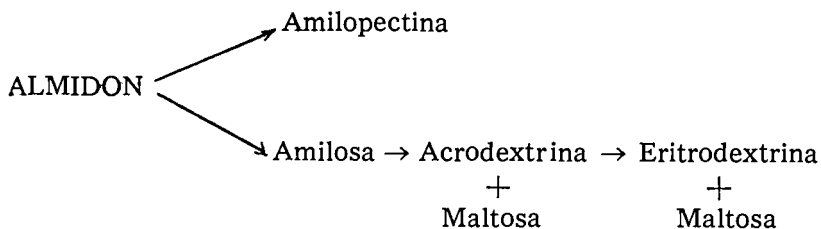
La molécula más pequeña formada por la acción de la amilasa sobre el ALMIDON es el disacárido maltosa.

La acción de las amilasas sobre mezclas de ALMIDON generalmente causan cambios característicos en sus propiedades. Estos incluyen una disminución en la viscosidad de la solución, debido a la disminución del

tamaño molecular, aparición de grupos reductores debido a la formación de maltosa y dextrinas y pérdida de capacidad para dar reacción de coloración azul con yodo.

La hidrólisis con los ácidos, produce D-glucosa, con rendimiento cuantitativo; por tanto, la estructura del almidón se basa en unidades glucosa. Por metilación se obtiene un compuesto trimetilado (máxima substitución), y este hidrolisado dá lugar a 2, 3, 6- tri- O-metil-D-glucosa.

En resumen, la hidrólisis del ALMIDON, provocada por los ácidos minerales diluidos o por las enzimas, podemos representarla como sigue:



→ Maltosa → D-Glucosa.

El progreso de la hidrólisis que se verifica "per se" puede observarse con la solución de yodo. Primeramente se forma ALMIDON soluble, el cual dá también con el yodo la coloración azul propia del ALMIDON crudo primitivo; después se originan dextrinas, de las cuales la eritrodextrina dá con el yodo una coloración violeta o roja y la acrodextrina y maltodextrina ya no se colorean con el yodo.

Como producto final de la descomposición hidrolítica se forma D-glucosa, que no reacciona con el yodo. Basta ácido sulfúrico en proporción de 3 a 5% para lograr la completa sacarificación.

ACCION DE VARIOS AGENTES SOBRE EL ALMIDON.

Los álcalis tales como hidróxido de Na, K y Li, reaccionan con los grupos oxidrilos alcohólicos de los almidones para formar alcoholatos.

Los almidones primero se hinchan en solución alcalina y entonces, como en el caso del ALMIDON de maíz, pasan a la solución y forman un gel. Las soluciones alcalinas de ALMIDON son rápidamente oxidadas y se rompen con la exposición al oxígeno con una rápida disminución en la viscosidad.

Los almidones se hinchan con la presencia de ácidos concentrados y sales, tales como: H_3PO_4 , HCL, LiBr y $ZnCl_2$.

Los cationes forman compuestos coordinados con los grupos oxidrilos y alcohólicos. Los ALMIDONES dan todas las reacciones con reactivos orgánicos característicos de los grupos alcohólicos. Pueden ser tratados con ácidos, anhídridos y cloruros para formar ésteres, tales como acetatos; con agentes metilantes y etilantes, para formar éteres tales como los alcoholes metilados y entonces pueden ser nitrados y fosforilados para formar fosfatos y nitratos de ALMIDON.

ESPECIFICACIONES.

Las especificaciones para el ALMIDON y sus productos se refieren a su pureza y al grado de modificación si la hay, del gran polímero.

Las impurezas corrientes son: cenizas, proteínas, lípidos y materia extractiva soluble en agua fría. También puede incluirse la humedad excesiva, galotanina, antocianinas, etc.

U S O S .

Se emplea en gran escala en el encolado y aprestado, para comunicar a los tejidos y especialmente a los de fibras vegetales, espesor y rigidez; en el estampado como espesante de colores y mordientes. Como materia prima para la fabricación de la dextrina, glucosa y jarabe.

Otro uso principal del ALMIDON, es como alimento. Grandes cantidades de ALMIDON se utilizan como agentes de endurecimiento y adhesivos.

Los Nitratos de ALMIDON se usan como explosivos de demolición en lugar de TNT.

En el período de 10 años, de 1940 a 1950, fue más del triple el consumo del ALMIDON. Unos 170 millones de Kg. se emplearon anualmente en las fábricas de papel; alrededor de 68 millones en hacer cartón acanalado y láminas, y más de 11 millones en la producción de adhesivos para la manufactura de bolsas, sobres y otros productos de papel.

La industria de la alimentación consume aproximadamente 181 millones de Kg. anuales, aunque de ellos 79 se destinan a la producción de bebidas. La Industria Textil es en importancia el tercer consumidor. Cerca de

136 millones de Kg. se emplean anualmente para apresto de hilados, antes de tejer.

Otras de sus grandes aplicaciones se hallan en lavandería, minería y metalurgia, en la fabricación de tabla de asbesto y de yeso. EL ALMIDON no transformado del maíz, se emplea principalmente en la preparación de empanadas, aderezos para ensaladas y también en productos de confitería.

PRODUCTOS DE TRANSFORMACION DEL ALMIDON Y SUS APLICACIONES.

Se encuentran en el comercio un gran número de productos solubles del ALMIDON. Todos dan con el agua soluciones más o menos claras. Por regla general, atraviesan con facilidad los tejidos, pero no poseen fuerza adhesiva pronunciada, la cual es siempre inferior a la del engrudo de ALMIDON.

Almidón Ozonizado. Es un ALMIDON puro, blanco y análogo a la dextrina, que se disuelve completamente en el agua, carece de fuerza adhesiva digna de consideración.

Almidón Obor. Es un producto fácilmente soluble que se prepara tratando la fécula por el perborato sódico.

El principal uso de los almidones modificados (semicocidos con ácidos y oxidados), es la producción de pastillas de goma y frutas confitadas.

El ALMIDON nativo, se puede hinchar suficientemente sin necesidad de calor, bastando para ello suspenderlo en álcalis (lejía de sosa o potasa), esta mezcla se llama "almidón alcalino" y se emplea como adhesivo.

El ALMIDON puro, y algo también el ALMIDON SOLUBLE ya parcialmente hidrolizado, se emplean en la preparación de harina para bebés (Maizena, Mondamin), polvos para flanes y otros productos de repostería, sagú, pastas de sopa que no requieren cocción, espesante para facilitar la dispersión de levadura, polvos para pasteles, bollos, macarrones, barquillos, galletas; en farmacia para bandas adhesivas, polvos para aplicaciones dermatológicas, como auxiliar en la composición de píldoras y tabletas, en la industria de la cerámica; para la preparación de nitro-almidón; para cerillos; jabones y polvos de lavar; para papel fotográfico; para encuadernación.

La harina de ALMIDON cocido, desempeña un importante papel en la regulación de la humedad de la pasta durante la elaboración del pan. En las fundiciones se emplea el ALMIDON cocido como adhesivo para rayos de fundición.

IMPUREZAS EN EL ALMIDON.

El almidón que se obtiene sin blanqueo, se presenta de un color café pálido, debido a la absorción de impurezas coloreadas y junto con una pequeña cantidad de material fibroso, probablemente incluyendo galotaninas y antocianinas.

El hecho de que la galotanina es impureza meramente incidental, es apoyada en el hecho de que algunos gránulos parecidos, no absorbían luz ultravioleta de una longitud de onda cerca de 2 800 Å; otros manifestaron varios grados de absorción, de este modo parecía que los gránulos eran desigualmente contaminados con las impurezas.

Los taninos o ácidos tánicos, impurezas también del ALMIDON, formando parte de las galotaninas, se hallan muy difundidos en el reino vegetal, son generalmente amorfos; fácilmente solubles en agua, de sabor astringente, que dan con las sales férricas coloraciones negras o verdes, se precipitan de sus disoluciones acuosas mediante adición de proteínas o de alcalóides; transforman en cuero la piel de los animales. Se pueden obtener extrayendo la primera materia con agua u otro disolvente y precipitando con acetato de plomo.

Las antocianinas, impurezas en el ALMIDON, son pigmentos naturales de las plantas; son glucósidos que por hidrólisis producen azúcares y agluconas coloreadas que se denominan antocianidinas, esto es, los pigmentos sin el resto del azúcar.

Las antocianidinas, que son pigmentos solubles en agua, existen generalmente en la savia acuosa de las células y son responsables de la gran variedad de colores de las flores.

CAPITULO III
Procesos Generales
para la Obtención
de Almidones

MATERIALES EMPLEADOS EN LA FABRICACION DEL ALMIDON.

El ALMIDON se puede beneficiar industrialmente de un gran número de materias primas, pero en realidad se prepara a partir de dos grupos principales de productos vegetales:

1. De tubérculos y raíces, como de patatas, rizomas de maranta o arrurruz, raíces de mandioca o tapioca tropical.
2. De semillas, especialmente de gramíneas (maíz, sorgo, trigo, arroz y también centeno y cebada).

Así mismo se puede preparar ALMIDON de frutas, como castañas o médula de la palmera sagú.

La fabricación del ALMIDON se realiza por procedimientos fundamentalmente distintos a los empleados en las harinas, en las que se obtienen por ejemplo, harinas de arroz, de maíz, de avena, etc.

El ALMIDON se aísla por un proceso húmedo, en el cual se procede primero a separarlo de la mezcla compleja de materiales que le acompañan en la materia prima, mediante una especie de arrastre en suspensión y purificación de los granos de ALMIDON insoluble en la lechada resultante. En la fabricación de ALMIDON, lo que interesa es conseguir el máximo rendimiento posible de ALMIDON puro, de primera calidad, y resulta tanto más fácil, cuanto mayor es la riqueza en ALMIDON del material de partida. Para tal objeto no se puede contar con las leguminosas, y todavía menos con las semillas grasas.

Las semillas de las gramíneas consumidas en la fabricación de ALMIDON, se sirven generalmente secas al aire, con un contenido de humedad del 10 al 20% y antes de la molienda, han de someterse a un proceso de reblandecimiento e hinchamiento en agua, para que sea posible separar finalmente los componentes por suspensión. Por el contrario, los tubérculos y las raíces, suelen llegar a la fábrica con una proporción de agua consi-

derablemente mayor, de la que puede dar idea, por ejemplo: la composición media de los tubérculos de patata, cuya concentración de ALMIDON varía del 12 al 21% (todos los demás varían entre 8 y 29%), y depende del año en que ha sido cosechada, de la cantidad de abono que se halla añadido a la tierra, a la variedad, al estado de madurez, etc.

ALMIDON DE PATATA.

Tratamiento previo de la patata.

Las patatas limpias depositadas en un silo, desde el cual van pasando por una balanza automática que regula su entrada en el rallo donde habrán de desmenuzarse. Las patatas sufren un rallado previo, en un estado lo más seco posible. Se emplean casi exclusivamente rалlos con hojas de sierra, fijadas en la periferia de un tambor metálico giratorio y contra las cuales se comprimen las patatas mediante zapatas a la salida del rallo, se diluye rápidamente la masa con dos partes de agua, para que el ALMIDON no se coloree, y la pasta tenga la consistencia adecuada para su bombeo.

Arrastre con agua y separación del ALMIDON bruto.

La papilla rallada contiene ALMIDON, fragmentos de pared celular, trozos de piel, células intactas con todo su contenido, materias espumantes, sales y colorantes, que han pasado ya al zumo diluido de la patata. Separar cuanto antes la papilla de la mayor parte posible de los jugos vegetales y para ello, se emplean preferentemente hidroextractores o también sacudidores. Es indispensable el uso de centrífugas, cuando conviene obtener el jugo de patata lo más concentrado posible, con miras al aprovechamiento eventual de las proteínas. Cuando se trabaja con tamices, el líquido arrastra a través de la tela de bronce, parte del ALMIDON puesto en libertad, el cual se recoge luego sobre la centrífuga dispuesta a continuación. La potencia absorbida por las centrífugas es unas 10 veces superior a la de los tamices sacudidores.

En uno y otro de estos elementos de tamización, la papilla se somete a un nuevo rallado, para lograr la liberación de los granos de ALMIDON que quedan aún retenidos en los tejidos no destruidos. La lechada de ALMIDON bruto que abandona los aparatos de tamización, a su llegada a los filtros de sacudimiento, contiene una cantidad determinada de ALMIDON, la lechada arrastra todavía materiales disueltos en el jugo de la

patata (proteínas, sales, azúcares y colorantes), pequeñas fibras y algo de tierra, las proteínas presentes en la suspensión, empiezan pronto a coagularse, y arrastran con ellas materias colorantes y pequeñas fibras que quedan adheridas al ALMIDON y lo colorean, por lo cual conviene alejarlo de las aguas lo más pronto posible.

El ALMIDON bruto se separaba primeramente en tinas de decantación, en cajas o cubas colocadas una a continuación de otra (sistema holandés), o en planos inclinados de 1 m. de profundidad y anchura y 15 m. de longitud, por lo que el agua circula a poca velocidad. De esta manera el ALMIDON se coloreaba con mucha frecuencia y facilidad, ya que la pequeña velocidad de sedimentación del ALMIDON exigía que el agua con los jugos, permanecieran durante 12 a 24 hrs., en las tinas o canales de sedimentación, antes de que pudiera abandonarlos. Aún después seguía el ALMIDON en contacto con los líquidos que quedan retenidos en una proporción superior al 50%.

Por adición del dióxido de azufre, se puede detener una buena parte la floculación de las proteínas y la coloración por la melanina. El dióxido de azufre sustrae de la mezcla el oxígeno necesario para el desarrollo del calor, de manera que la acción del dióxido de azufre no puede considerarse como blanqueo. EL ALMIDON queda algo atacado por el dióxido de azufre.

Purificación del ALMIDON bruto; deshidratación previa y secado.

La purificación del ALMIDON bruto tiene por objeto separar del producto, los restos de jugos y fibras procedentes de los tejidos de la patata, lo que se consigue en tinas o en canales. El ALMIDON bruto que sale de las centrifugas separadoras, se diluye hasta unos 5 ó 6°Bé. (13 a 18 Kg. de almidón por 100 lt.), y se hace circular por unos canales de 20 a 30 cm. de anchura y 10 a 15 m. de longitud; en ellos, el ALMIDON se va sedimentando en el fondo, en tanto que los líquidos se llevan consigo las fibras, los flóculos de materias protéicas, y también naturalmente, las partes solubles, juntamente con alrededor de 1% de ALMIDON que puede recuperarse en buena parte.

Generalmente antes de llegar a los canales, se hace pasar la lechada de ALMIDON por tamices sacudidores con tela de seda, en los que quedan retenidas las fibras, y se acidifica a un pH alrededor de 5.4 con dióxido de azufre. El ALMIDON depositado en el canal se arrastra con chorros de agua. Es posible hacer un segundo lavado en cubas.

La lechada de ALMIDON ampliamente purificada, pasa a la deshidratación previa y finalmente al secado.

El ALMIDON obtenido siguiendo la técnica descrita anteriormente, se sedimenta rápida y completamente en cubas y una vez separado del agua, queda la llamada "fécula verde", con alrededor de 50% de materia seca. De la fécula verde se seca una parte del agua por deshidratación, antes de llevarla a los aparatos de secado.

En general, se trabaja con centrifugas de gran capacidad, en las cuales el contenido en agua del ALMIDON se reduce del 50 al 40%.

Se pueden también emplear filtros de succión o filtros celulares. El ALMIDON se acumula en la pared de la cesta o tambor en estado puro, mientras que las fibras y los coágulos de proteínas como partes más ligeras, quedan en la cara interior de la torta, de la que se pueden eliminar y devolver a los procesos de purificación previos. Los líquidos escurridos de las centrifugas o de los filtros, se recogen en un lugar adecuado para su reaprovechamiento, dedicando una especial atención a la circulación de agua a través de todo el ciclo de fabricación, ya que conviene limitar la cantidad consumida por cada tonelada de patata y reducir también en todo lo posible las pérdidas de substancia.

El secado del ALMIDON escurrido debe proporcionar un producto en equilibrio higrométrico con el aire, con un contenido de agua alrededor del 21%.

En el comercio es corriente un ALMIDON con un 20% de agua. El ALMIDON que sale de los secadores, es un producto grumoso que puede venderse para su consumo directo, en sus diversas formas de presentación.

Procedimiento modificado.

Constituye un adelanto importante en la fabricación de ALMIDON de patata, el procedimiento consiste: en rallar durante la cosecha, una cantidad de patata muy superior a la que se puede manipular y almacenar, el exceso de ralladura será liberada de la máxima cantidad posible de jugo. Esta ralladura se guarda en grandes fosos de fácil drenaje y con dióxido de azufre, se produce una ligera acidificación para evitar la putrefacción; cuando se acaba el consumo de patata de los campos, se trabaja la ralladura almacenada, con lo que se asegura el funcionamiento de la instalación, por un tiempo muy superior al de la duración de la campaña. Se puede pensar en situar estas instalaciones de rallado, en lugares próximos al de

recolección de la patata, aunque queden alejados de la fábrica principal a la que se va suministrando la ralladura a medida de las necesidades.

De esta manera se evitan además, los gastos de transporte de la parte relativamente importante de materiales separados.

El tratamiento ulterior de la pasta almacenada, se ha realizado hasta ahora en perfectas condiciones, pues durante el almacenamiento en la forma en que se practica, queda debilitada y aflojada la parte fibrosa, de modo que el ALMIDON se obtiene más fácilmente que trabajando con ralladura fresca, el arrastre con agua resulta más eficaz.

ALMIDON DE MAIZ.

Desmenuzamiento del grano.

Los aparatos más adecuados y la técnica a seguir en el tratamiento del maíz, dependen en gran parte del ritmo de producción diaria. Las plantas de gran importancia (para 500 Ton. de maíz al día), permiten dispositivos e instalaciones que no resultarían necesariamente ventajosas en fábricas de pequeña producción (para 50 Ton. diarias).

Un procedimiento descubierto en los Estados Unidos llamado "sistema cerrado" es el siguiente:

El procedimiento se caracteriza esencialmente, por introducir el agua necesaria para el proceso en la última fase del mismo, o sea en la purificación del ALMIDON. Desde ahí el agua arrastra los materiales solubles en contracorriente con el ALMIDON, a través de todas las etapas de fabricación, para ser empleados finalmente en el remojo de las cargas de maíz fresco, del que todavía recoge componentes solubles; finalmente se evapora.

Con esta forma de trabajo, la cantidad de agua introducida en la fabricación, queda limitada por la capacidad y el rendimiento de los evaporadores.

Para planear adecuadamente la economía del agua de fabricación, es necesario un examen cuidadoso de cada uno de los tratamientos y éstos han de encadenarse según un esquema minuciosamente preparado.

El grano limpio llega de los graneros a través de la báscula automática, a grandes depósitos o cubas de maceración, donde se remoja e hincha

con agua a 50°C. adicionada con un 0.25% de dióxido de azufre. De esta forma se reblandece y debilita la estructura de los granos y se facilita la ulterior separación del germen, el salvado, el ALMIDON y el gluten.

Durante el proceso, pasan al agua de maceración buena parte de las sustancias solubles del maíz original y las que se han vuelto solubles durante la operación, y de este modo, no llegan ya a los procesos de fabricación siguientes. Pasado el tiempo señalado para la maceración (de 50 a 60 hrs., según el tipo de maíz y calidad), se deja salir el agua, y el maíz se desmenuza en molinos especiales a un tamaño de grano medianamente grueso.

La papilla se espesa por el desgerminador, cuba profunda de muchos metros de longitud, en el que se encuentra una lechada de ALMIDON de determinada densidad.

Por un rebosadero, se separa la masa de los gérmenes que flotan a causa de un peso específico inferior. El líquido que ha arrastrado los gérmenes, los abandona sobre tamices, y la masa de gérmenes se rocía con agua para separarla del ALMIDON que todavía la acompaña; finalmente se seca. El germen de maíz aislado de esta forma, contiene alrededor del 45% de aceite, que se tritura en prensas de tornillo tipo "Anderson", para la obtención del aceite de maíz (donde se encuentra en una proporción de 3 y 4%), se trata finalmente con destino a la alimentación.

Separación del ALMIDON y el gluten.

El ALMIDON se separa del gluten por medio de flotación y sedimentación, en mesas sobre las que circula la suspensión de ALMIDON a concentración adecuada, para que pueda producirse la separación por densidad. Para esto se requieren canales de 40 ó 50 m. de longitud, con una anchura de 0.5 a 1 m. y un desnivel regulable entre 4 y 6 mm. Los líquidos que abandonan el canal y que contienen el gluten, parte del ALMIDON y las materias solubles, son conducidos a los depósitos de sedimentación de gluten. En éstos se sedimentan las materias sólidas, y una vez separada el agua que sobrenada, se escurren en filtros-prensa y finalmente se tratan en secadores de tambor con gases calientes, o en secadores de cilindros, que dan todavía un producto de mejor calidad.

Los canales se vacían con chorro de agua. El material que se recoge entonces a la salida del canal, se trata otra vez, ya que contiene de ordinario una gran proporción de proteínas. También el ALMIDON recogido

se puede volver a pasar por los canales, hasta que el contenido en proteínas no pasa del 0.3% sobre el peso del ALMIDON secado al aire. El agua que abandona el canal, se vuelve a la circulación y sirve finalmente para macerar el grano fresco.

En la elaboración de ALMIDON en gran escala industrial, se han introducido varias innovaciones que se reducen esencialmente a mejoramientos o modificaciones de los procesos individuales descritos anteriormente, sin que cambien los fundamentos del proceso.

Estas innovaciones se refieren principalmente al trasiego de agua y a la recuperación del agua de maceración, así como a sus posibilidades de aprovechamiento como caldo nutritivo en cultivos de penicilina; hay que mencionar también el empleo de molinos Rietz, que permiten una separación de los materiales fibrosos gruesos durante el proceso de molienda, sin necesidad de usar molinos de piedra, que resultan muy molestos, especialmente en las fábricas de gran importancia.

Otra innovación es la sustitución de los filtros-prensa para el escurreido previo de las fibras gruesas y finas, mediante la introducción de prensas continuas de tornillo y filtros celulares para el gluten.

ALMIDON DE TRIGO.

El ALMIDON de trigo se prepara a partir del grano entero o molido. El trigo duro de grano vítreo, contiene poco ALMIDON y mucho gluten; el trigo blando y de aspecto blanquecino, contiene mucho ALMIDON y menos gluten.

Actualmente se ha abandonado totalmente el antiguo procedimiento ácido, en el que se tenía un tiempo en remojo y después de machacar los granos hinchados, se dejaban fermentar libremente; por destrucción de las cubiertas glutinosas, el ALMIDON quedaba en libertad y se podía arrastrar por lavado con agua.

ALMIDON DE ARROZ.

Para la preparación de ALMIDON de arroz, se parte generalmente de los granos rotos de arroz residual de los molinos. El arroz es rico en ALMIDON (más de 70%), y éste se encuentra en forma de gránulos muy pequeños y unidos por cuerpos protéicos y materiales mucilaginosos.

Se somete a un prolongado proceso de remojo e hinchamiento en cubas, donde se ablanda con agua que contiene de 0.3 a 0.6% de hidróxido de sodio, lo que favorece la disolución del gluten; el líquido se mantiene constantemente en circulación. Sigue luego una molienda húmeda en molinos de piedras hasta conseguir una pasta muy fina. No es posible emplear en este caso los canales y mesas, debido a la finura de los gránulos y a su baja velocidad de sedimentación. Se hace decantar en depósitos con agitador y se trata luego en centrifugas, para separar las partes fibrosas más finas. Las proteínas que han pasado a la solución alcalina, se hacen flocular por adición de ácido sulfúrico y se separan. El ALMIDON se suspende en agua, se purifica sobre tamices de seda, luego se deshidrata en centrifugas, se escurre en cajas y finalmente en cámaras de secado, hasta un 30% de humedad. Después de eliminar la capa superficial amarillenta, se acaba de secar lentamente hasta un 12% de humedad

Para obtener el ALMIDON en pedazos, se desmenuzan los bloques después del secado previo y se acaban de secar rápidamente.

Los rendimientos de ALMIDON varían según el análisis y calidad de la materia prima, entre 65 y 75% en producto de primera. A causa de la finura de sus gránulos que les permite penetrar fácilmente en los textiles, el ALMIDON de arroz se ha consumido principalmente para el planchado de la ropa.

En la fabricación de ALMIDON, es muy importante el problema del suministro de agua, ya que se requieren grandes cantidades para lavado y purificación.

Para blanquear el ALMIDON destinado a usos específicos, se pueden emplear pequeñas cantidades de hipoclorito o permanganato.

Los fabricantes suelen vender diversos productos de ALMIDON, según especificaciones relativas a dichos caracteres, graduados de acuerdo con una escala arbitraria.

CAPITULO IV
Trabajos Efectuados

En el laboratorio se efectuó la obtención de ALMIDON usando las siguientes materias primas: ELOTE, ELOTE, RASTROJO y PAJA DE TRIGO.

El método utilizado fue el descrito por W. G. Campbell, J. L. Frahn, E. L. Hirst, D. F. Packman y E. G. V. Percival, ellos emplearon este método para el aislamiento del ALMIDON granular de la savia de árbol. El proceso es el siguiente:

Para Elote. El elote fresco fue primeramente cortado en trozos pequeños y secado al aire tan rápido como fue posible, a temperatura ambiente. El secado rápido es necesario para destruir las células que sostienen al ALMIDON; Wilson (Forestry, 1935) había enfatizado que siempre que se corta un árbol, sus células parenquimas continúan viviendo a expensas del ALMIDON. Un secado lento de la madera puede dar como resultado una degradación enzimática o una desaparición del ALMIDON.

Una vez seco el elote, se molió en un molino de bolas, el aserrín se cribó para separar las partículas mayores de 20 mallas y menores de 60 mallas.

Se suspendieron 200 gr. de este polvo en 2,250 lt. de agua fría, se agitaron con un agitador de tipo élice de alta velocidad, durante 45 min. aproximadamente, para desalojar los granos de ALMIDON de las células parenquimas abiertas.

El licor conteniendo los granos de ALMIDON, se filtró a través de una manta fina, guardando las partículas grandes de elote. En el mismo licor se suspendieron otros 200 gr. de polvo de elote, se agitaron durante 45 min., se filtraron en la manta fina y se guardaron las partículas grandes, esta operación se efectuó en total 4 veces, hasta obtener una suspensión relativamente concentrada de granos.

Las partículas grandes de elote almacenadas, se lavaron varias veces y se pasaron también a través de la manta.

El líquido en el cual se efectuaron las extracciones y los lavados, se dejó sedimentar, para después hacer una separación por sifoneo. Poste-

riormente se efectuaron dos filtraciones a través de filtros Jena G₁ y Jena G₂ para separar las partículas relativamente grandes de elote y obtener una suspensión contaminada con partículas finas de elote.

Se separaron los granos de ALMIDON pasando el líquido a través de un papel filtro, se lavaron con acetona y luego con éter, dejándolos secar al aire.

El blanqueo fue efectuado suspendiendo los granos en agua clorada por 5 min., y tratándolos en seguida con ácido sulfuroso, los productos de la clorinación fueron removidos por solución acuosa de sulfato de sodio al 2%. Este tratamiento fue repetido 4 ó 5 veces hasta que no apareció ningún color rosa, después de agregarle sulfato de sodio.

Para Olote, Rastrojo y Paja de trigo, se siguió el mismo proceso, omitiendo únicamente el secado al aire, puesto que estos materiales se emplearon ya secos.

P O R C E N T A J E S :

ALMIDON DE ELOTE.

800 gr. de elote	—	38.1491 gr. de almidón	
100	—	X	; X = 4.77%

ALMIDON DE OLOTE.

800 gr. de olote	—	11.4098 gr. de almidón	
100	—	X	; X = 1.42%

ALMIDON DE RASTROJO.

800 gr. de rastrojo	—	12.8420 gr. de almidón	
100	—	X	; X = 1.60%

ALMIDON DE PAJA DE TRIGO.

800 gr. de paja	—	5.2352 gr. de almidón	
100	—	X	; X = 0.654%

ENSAYO DEL YODO PARA EL ALMIDON.

Solución de yodo (lugol).

Esta solución consta de: 2 partes de IK, 2 partes de I₂, 45 de H₂O.

Se prepara una solución de ALMIDON, mezclando íntimamente 2 gr. de ALMIDON con 10 ml. de agua y echando esta mezcla en 200 ml. de agua a ebullición.

Se añade una gota de solución de yodo a varios mililitros de la solución de ALMIDON, se observará una coloración azul intensa característica del ALMIDON, siendo ésta una reacción positiva; por calentamiento se observará que este color desaparece y luego por enfriamiento reaparece. Esta coloración es debida al complejo ALMIDON-yodo que se forma.

Almidón de:	Reacción
Elote	+
Olote	+
Rastrojo	+
Paja de Trigo	+

HIDROLISIS.

La hidrólisis del ALMIDON se efectuó por ácidos. H₂SO₄ — 2N.

Reactivo de Benedict

Se disuelven 173 gr. de citrato de sodio cristalino y 100 gr. de carbonato de sodio anhidro en 800 ml. de agua, se agita y se filtra. Se añade al filtrado 17.3 gr. de sulfato de cobre disueltos en 100 ml. de agua, se afora a 1 lt. de agua.

- Mézclense 20 ml. del gel con 5 ml. de ácido sulfúrico 2N; tómense 6 partes de 4 ml. en tubos de ensaye.
- Colóquense 5 de los 6 tubos en baño de agua a ebullición.
- Saque los tubos del baño uno por uno a los 15, 30, 45, 60 y 75 min.
- Divida el contenido de los tubos (inclusive el que no estuvo en el

baño) en dos partes y después de enfriar a temperatura ambiente, utilice una parte para la prueba del yodo y con la otra, después de neutralizar a un pH de 7 utilizando papel indicador, lleve a cabo la reacción de reducción con el reactivo de Benedict.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DEL YODO para Elote, Olote, Rastrojo y Paja de Trigo.

No. de Tubo	Tiempo	Color
1	0	azul
2	15	café rojizo
3	30	café rojizo claro
4	45	café rojizo más claro
5	60	café naranja
6	75	naranja

Las coloraciones obtenidas en esta prueba se deben, a que en el tubo No. 1 no se ha efectuado hidrólisis, comenzando la hidrólisis parcial en el tubo No. 2, y siendo total en el tubo No. 6.

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DEL BENEDICT para Elote, Olote, Rastrojo y Paja de Trigo.

No. de Tubo	Tiempo	Color
1	0	azul
2	15	precipitado naranja
3	30	” ”
4	45	” ”
5	60	” ”
6	75	” ”

Las coloraciones obtenidas en esta prueba se deben a que en el primer tubo no se ha efectuado hidrólisis, dando la coloración característica del almidón; comienza la hidrólisis en el segundo tubo, formando un precipi-

tado naranja de óxido cuproso que indica presencia de carbohidratos reductores.

ACCION REDUCTORA DEL REACTIVO DE FEHELING

Reactivo de Feheling.

Solución a).—Se disuelven 3.6 g. de sulfato de cobre en agua, completando el volumen a 50 ml.

Solución b).—Se disuelven 17.5 g. de tartrato de sodio y 5 g. de hidróxido de sodio en agua, hasta completar el volumen a 50 ml. Se mezclan ambas soluciones en el momento de usarse.

Con 3 ml. de gel se ensayó la acción reductora de este reactivo, añadiendo unas gotas al gel de ALMIDON. Se observó una coloración azul verdosa.

Almidón de:	Reacción
Elote	+
Olote	+
Rastrojo	+
Paja de Trigo	+

EXTRACCION DE GALOTANINA.

Se efectuaron 4 extracciones sucesivas a 0.8 g. de ALMIDON con 50 c.c. de metanol acuoso al 85% hirviendo; se dejó reposar cada extracción durante 4 hs. Se decantó el residuo, se dejó secar y se pesó.

El material extraído en solución acuosa, da la siguiente reacción positiva para la galotanina: se desarrolla un color café intenso inmediatamente después de agregar una solución de NaOH 1N.

Cálculos.

a = cantidad de muestra.

b = contenido de galotanina.

Usando la proporción siguiente:

$$\frac{a}{b} = \frac{100}{X}; X = \% \text{ de Galotanina.}$$

Para Elote.

$$\frac{0.8}{0.1546} = \frac{100}{X}; X = 19.3 \% \quad \text{Reacción: } +$$

Para Olote.

$$\frac{0.8}{0.1338} = \frac{100}{X}; X = 16.7\% \quad \text{Reacción: } +$$

Para Rastrojo.

$$\frac{0.8}{0.0743} = \frac{100}{X}; X = 9.28\% \quad \text{Reacción: } +$$

Para Paja de Trigo.

$$\frac{0.8}{0.1350} = \frac{100}{X}; X = 16.8\% \quad \text{Reacción: } +$$

PRESENCIA DE ANTOCIANINAS.

La presencia de antocianinas se determina por la coloración rosa que aparece al tratar los granos de ALMIDON (0.2 g.) por 30 seg. con HCl en alcohol etílico hirviendo (10 ml. al 1%) y poniendo en seguida a enfriar la mezcla por 30 min.

Almidón de:	Reacción:
Elote	negativa
Olote	”
Rastrojo	”
Paja de Trigo	”

DETERMINACION DE MATERIAL FIBROSO.

Se trató 1 g. de ALMIDON con ácido perclórico, el cual disuelve al almidón y deja sin disolver al material fibroso, se filtra en un filtro Gooch tarado y la diferencia nos da la cantidad de material fibroso presente en la muestra.

Cálculos.

a = cantidad de muestra.

b = contenido de material fibroso.

Usando la proporción siguiente:

$$\frac{a}{b} = \frac{100}{X}; X = \% \text{ de material fibroso.}$$

Para Elote.

$$\frac{1}{0.0855} = \frac{100}{X}; X = 8.55\%$$

Para Olote.

$$\frac{1}{0.1759} = \frac{100}{X}; X = 17.59\%$$

Para Rastrojo.

$$\frac{1}{0.5234} = \frac{100}{X}; X = 52.3\%$$

Para Paja de Trigo.

$$\frac{1}{0.6383} = \frac{100}{X}; X = 63.84\%$$

ACIDEZ.

La acidez fue medida por medio del Potenciómetro a una solución de almidón al 2% gelificada y a una temperatura de 25°C. También se midió el pH de una solución gelificada de ALMIDON de papa puro a la misma concentración y temperatura, con el objeto de utilizarlo como comparador.

Almidón de:	pH
Papa (BLANCO)	6.15
Elote	6.15
Olote	6.60
Rastrojo	5.30
Paja de Trigo	6.50

ROTACION OPTICA.

La rotación óptica fue medida con el polarímetro; se midió a una solución de ALMIDON de una concentración de: 0.51 g. en 100 c.c. de ácido perclórico 4.8 N.

Se le determinó también la rotación a una solución de ALMIDON de papa puro, a la misma concentración y temperatura con el fin de utilizarse como comparador.

ALMIDON DE:	ROTACION OPTICA:
Papa (BLANCO)	$[\alpha]_D^{17} + 183^\circ$
Elote	$[\alpha]_D^{17} + 173^\circ$
Olote	$[\alpha]_D^{17} + 130^\circ$
Rastrojo	$[\alpha]_D^{17} + 105^\circ$
Paja de Trigo	$[\alpha]_D^{17} + 90^\circ$

VISCOSIDAD.

La viscosidad del gel de ALMIDON fue determinada por medio de una bureta, midiendo el tiempo que tarda en vaciarse un volumen determinado en relación con el agua destilada.

De acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

Donde:

n_1 = viscosidad del problema.

n_2 = viscosidad del agua.

d_1 = densidad del problema.

d_2 = densidad del agua.

t_1 = tiempo que tarda la bureta en vaciarse con el líquido problema.

t_2 = tiempo que tarda en vaciarse la bureta con agua.

Condiciones en que se trabajaron:

Concentración del gel — 0.5%

Volumen de la bureta — 25 c.c.

Temperatura — 27°C.

En este caso se determinó también la viscosidad del ALMIDON de papa puro, con el fin de utilizarse como comparador.

ALMIDON DE PAPA (BLANCO)

n_1 = ?

n_2 = 0.8584 centi poises a 27°C.

d_1 = 0.97 gr/cm³

d_2 = 0.99654 gr/cm³ a 27°C.

t_1 = 14 seg.

t_2 = 12 seg.

$$n_1 = \frac{d_1 t_1 n_2}{d_2 t_2}; n_1 = \frac{0.95 \times 16 \times 0.8584}{0.99654 \times 12} = 1.170$$

$$n_1 = 1.170 \text{ centi poises.}$$

ALMIDON de Elote.

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = 0.8545 \text{ centi poises a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_1 = 0.97 \text{ gr/cm}^3$$

$$d_2 = 0.99654 \text{ gr/cm}^3 \text{ a } 27^\circ\text{C.}$$

$$t_1 = 14 \text{ seg.}$$

$$t_2 = 12 \text{ seg.}$$

$$n_1 = \frac{d_1 t_1 n_2}{d_2 t_2}; n_1 = \frac{0.97 \times 14 \times 0.8545}{0.99654 \times 12} = 1.0538$$

$$n_1 = 1.0538 \text{ centi poises.}$$

ALMIDON de Olote.

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = 0.8545 \text{ centi poises a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_1 = 0.98 \text{ gr/cm}^3$$

$$d_2 = 0.99654 \text{ gr/cm}^3 \text{ a } 27^\circ\text{C.}$$

$$t_1 = 14 \text{ seg.}$$

$$t_2 = 12 \text{ seg.}$$

$$n_1 = \frac{d_1 t_1 n_2}{d_2 t_2}; n_1 = \frac{0.98 \times 14 \times 0.8545}{0.9965 \times 12} = 0.978$$

$$n_1 = 0.978 \text{ centi poises.}$$

ALMIDON de Rastrojo.

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = 0.8545 \text{ centi poises a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_1 = 0.99 \text{ gr/cm}^3 \text{ a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_2 = 0.99654 \text{ gr/cm}^3$$

$$t_1 = 13 \text{ seg.}$$

$$t_2 = 12 \text{ seg.}$$

$$n_1 = \frac{d_1 t_1 n_2}{d_2 t_2}; n_1 = \frac{0.99 \times 13 \times 0.8545}{0.9965 \times 12} = 0.919$$

$$n_1 = 0.919 \text{ centi poises.}$$

ALMIDON de Paja de Trigo.

$$n_1 = ?$$

$$n_2 = 0.8545 \text{ centi poises a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_1 = 0.99 \text{ gr/cm}^3 \text{ a } 27^\circ\text{C.}$$

$$d_2 = 0.9965 \text{ gr/cm}^3$$

$$t_1 = 13 \text{ seg.}$$

$$t_2 = 12 \text{ seg.}$$

$$n_1 = \frac{d_1 t_1 n_2}{d_2 t_2}; n_1 = \frac{0.99 \times 13 \times 0.8545}{0.9965 \times 12} = 0.919$$

$$n_1 = 0.919 \text{ centi poises.}$$

HUMEDAD.

La determinación de humedad se llevó a cabo, introduciendo a la estufa cierta cantidad de ALMIDON a una temperatura de 110°C . por espacio de 2 hs., al cabo de este tiempo se enfrió en un desecador, para posteriormente pesarlo.

Cálculos.

Usando la proporción siguiente:

$$\frac{a}{b} = \frac{100}{X}; X = \% \text{ de humedad.}$$

Donde:

a = cantidad de muestra.

b = contenido de humedad.

En ALMIDON de Elote.

$$\frac{1.0242}{0.0421} = \frac{100}{X}; X = 4.11 \%$$

En ALMIDON de Olote.

$$\frac{1.0263}{0.0431} = \frac{100}{X}; X = 4.20 \%$$

En ALMIDON de Rastrojo.

$$\frac{1.0065}{0.0359} = \frac{100}{X}; X = 3.56 \%$$

En ALMIDON de Paja de Trigo.

$$\frac{1.0135}{0.0397} = \frac{100}{X}; X = 3.92 \%$$

CENIZAS.

Para esta determinación se calcina cierta cantidad de ALMIDON en la mufla a una temperatura de 1 500°C. por espacio de 2 hs., al cabo de este tiempo, se enfría en un desecador y se pesa.

Cálculos.

a = cantidad de muestra.

b = cantidad de cenizas.

Usando la proporción siguiente:

$$\frac{a}{b} = \frac{100}{X}; X = \% \text{ de cenizas.}$$

En ALMIDON de Elote.

$$\frac{1.0242}{0.0173} = \frac{100}{X}; X = 1.68 \%$$

En ALMIDON de Olot.

$$\frac{1.0263}{0.0403} = \frac{100}{X}; X = 2.03 \%$$

En ALMIDON de Rastrojo.

$$\frac{1.0065}{0.0908} = \frac{100}{X}; X = 9.02 \%$$

En ALMIDON de Paja de Trigo.

$$\frac{1.0135}{0.0312} = \frac{100}{X}; X = 3.70 \%$$

CAPITULO V
Estudio Económico

LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Para determinar el lugar donde ha de situarse la planta, deben analizarse los siguientes factores como son: proximidad a las fuentes de materia prima, mercado, mano de obra disponible, comunicaciones, agua, energía eléctrica, sueldos standards, terreno y costos de construcción, impuestos, etc.

Por otra parte, resulta problemático encontrar los factores anteriormente citados, ya que en algunos lugares se encuentran algunas ventajas, pro ejemplo: proximidad al mercado, vías de comunicación; en cambio, en otros se encuentra que estando más lejos el mercado, puede encontrarse más próxima la materia prima.

Existen dos métodos para una localización óptima: Plan de Proporciones y Análisis de Costos. En el primero se sigue una tabla, en la que el lugar que reúna mayor puntuación, será la que ofrezca mayores ventajas.

En el método de Análisis de Costos, como ayuda en la evaluación alternativa de la localización de la planta, se harán estimaciones para todos los costos que entran en la operación de la planta, para cada localización posible.

Estas estimaciones serán sobre el costo de las facilidades físicas, el costo de materias primas, el costo de manufactura y el costo de distribución.

Si la determinación sobre la localización de la planta, se lleva a cabo mediante Análisis de costos, se elegirá la ciudad que ofrezca el menor costo.

La localización a elegir para situar la planta antes mencionada, se utilizó el primer método o de Proporciones, es decir, quedará situada en el Plan de San Juan del Río, en el Estado de Querétaro.

Las causas por las cuales se puede situar la planta de ALMIDON en ese lugar, es aprovechar las ventajas que presenta dicho Plan desde el punto de vista industrial como son: agua en abundancia, electricidad, urbaniza-

ción, zona intensamente agrícola, cercanía a un pueblo por lo que no existe problema de comunicación.

EDIFICIO.

El tipo de edificio necesario en este caso será: construido en tierra firme, de un solo piso, de construcción ligera, ya que la maquinaria en esta planta no es muy pesada.

Es necesario también la construcción de bodegas para almacenamiento de la materia prima, siendo el techo de estas bodegas de dos aguas, de preferencia sin energía eléctrica para evitar incendios, es conveniente que estén situadas cerca de la planta para así tener un mejor control.

LOCALIZACION DEL MERCADO.

La localización del mercado en el caso del ALMIDON, no ofrece dificultad alguna, ya que en la mayoría de los Estados de la República se encuentran varias industrias que emplean el ALMIDON como: la Textil, Papelera, Alimenticia, etc.

ESTIMACION APROXIMADA DEL COSTO DE UNA PLANTA PARA LA
OBTENCION DE ALMIDON A PARTIR DE ELOTE, OLOTE,
RASTROJO Y PAJA DE TRIGO, CON UNA CAPACIDAD
DE 100 TONELADAS MENSUALES

Costo Para Instalar la Planta

10 Series de 4 tanques (2 x 5' mts.) de 15, lts. con agitadores de tipo hélice, con motor de 8 HP	\$ 150,000.00
(\$ 15,000.00 c/u)	
2 Ventiladores (\$ 35,000.00 c/u)	70,000.00
1 Molino de bolas	10,000.00
1 Filtro prensa	100,000.00
2 Tanques de reposo (5 x 2 mts.) de 50 m ³ (\$ 7,000.00 c/u).	14,000.00
	\$ 344,000.00
Suma Total	

Costo por Concepto de Terreno

15 hectáreas de terreno a razón de \$ 10,000.00 c/u	\$ 150,000.00
Por concepto de construcción civil, incluyendo bodegas, planta propiamente dicha, etc.	2,000,000.00
	\$ 2,150,000.00
Costo Total de la Planta Instalada ...	\$ 2,494,000.00

Costos de Producción Directos

Materias Primas	Requerimiento (Trimestral)	Precio por Unidad	Costo por Año
Elote	2,100 Tons.	\$ 800.00	\$ 1,680,000.00
Olote	20,000 „	20.00	400,000.00
Rastrojo	15,000 „	80.00	1,200,000.00
Paja de Trigo	4,000 „	50.00	200,000.00
			\$ 3,480,000.00

Requerimiento (Anual)

Agua	800,000 m ³	\$ 0.10	\$ 80,000.00
Electricidad	1,000,000 Kw - Hr.	0.20	200,000.00
Mano de Obra	120,000 Hr.	3.00	360,000.00
Supervisión y Salario de Administración			550,000.00
Mantenimiento y Refaccio- nes			100,000.00
Total			\$ 4,870,000.00

Costos Fijos

Depreciación por Concepto de Inmuebles (10%)	\$ 34,400.00
Depreciación por Concepto de Construcción (5%)	\$ 100,000.00
Depreciación Total	\$ 134,400.00
Impuestos Locales y Seguro	\$ 150,000.00
Costo Total de Producción	\$ 5,154,400.00

Mediante el costo de producción anterior, se deduce que el Kg. de ALMIDON obtenido, viene costando \$ 4.30 en la planta.

Ahora bien, el ALMIDON obtenido a partir de maíz y cereales tiene un costo de venta a industrias de \$ 2.00 el Kg. De aquí se concluye que nuestro proceso excede al anterior en \$ 2.30 por Kg.

CAPITULO VI
Conclusiones

Teniendo en cuenta los porcentajes de rendimiento de ALMIDON, referidos a las diferentes materias primas empleadas, puede hacerse notar la mejor conveniencia del uso del Elote como materia prima más adecuada, en vista del mejor rendimiento y de las mejores condiciones que en la práctica puedan tenerse.

En realidad, aparentemente y de acuerdo con los cálculos efectuados mediante el Estudio Económico, no sería conveniente la obtención de ALMIDON en un plan industrial, debido a que resultaría antieconómico, sin embargo, como medio de investigación para posibilidades futuras,[?] creo que tenga importancia el estudio realizado, no sólo para Elote, sino también a las demás materias primas empleadas.

Posiblemente con variación de ciertas condiciones como son: temperatura controlada, etc., puede llegarse a obtener un mejor rendimiento, tal vez en todas las experiencias llevadas a cabo y de preferencia empleando como materia prima el Elote.

BIBLIOGRAFIA

QUIMICA ORGANICA SUPERIOR.

Louis F. Fieser & Mary Fieser.

Pág. 904, 905, 1701 a 1704.

NUEVO TRATADO DE QUIMICA ORGANICA.

Marcelino García-Junco.

Págs. 144, 145, 418 a 424.

BIOQUIMICA GENERAL.

Joseph S. Fruton y Sofía Simmonds.

Págs. 422 a 426, 438 a 441.

PRINCIPIOS DE BIOQUIMICA.

White, Handler, Smith, Stehen.

Págs. 15 a 63, 231 a 390.

BIOQUIMICA FUNDAMENTAL.

Eric. E. Conn y P. K. Stumpf.

Págs. 32 a 55, 171 a 193.

TEXTBOOK OF BIOCHEMISTRY.

West & Tood.

Págs. 239 a 245.

CURSO PRACTICO DE QUIMICA ORGANICA.

R. Q. Brewster; C. A. Vander Werf; W. E. Mc. Ewen.

Págs. 167 a 168.

QUIMICA ORGANICA SIMPLIFICADA.

Rudolph Macy.

Págs. 453 a 516.

QUIMICA ORGANICA AVANZADA.

G. W. Wheland.

Págs. 189 a 190.

ORGANIC CHEMISTRY VOLUMEN I.

I. L. Finar.

Págs. 463 a 464

ORGANIC CHEMISTRY. VOLUMEN II.

I. L. Finar.

Págs. 275 a 280.

PRODUCTOS QUIMICOS Y FARMACEUTICOS. VOLUMEN III.

Francisco Giral.

Págs. 1898 a 1990.

TECNOLOGIA QUIMICA DE LOS TEXTILES.

P. Heermann.

Págs. 189 a 192.

INDUSTRIAL CHEMISTRY.

Emil Raymond - Riegel.

Págs. 413 a 414.

LABORATORY PRACTICE OF ORGANIC CHEMISTRY.

G. Ross Robertson & Thomas L. Jacobs.

Págs. 250 a 251.

ORGANIC CHEMISTRY.

Lewis F. Hatch.

Págs. 236 a 247.

QUIMICA ORGANICA.

Carl R. Noller.

Págs. 274 a 276.

TRATADO DE QUIMICA ORGANICA.

Holleman - Richter.

Págs. 228 a 229.

QUIMICA INDUSTRIAL ORGANICA.

K. Winnacker y E. Weingaertner.

Págs. 139 a 161.

ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA. TOMO II.

R. E. Kirck y D. F. Othmer.

Págs. 3 a 13.

ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA. TOMO XIII.

R. E. Kirck y D. F. Othmer.

Págs. 15 a 22.

INDICE

Dedicatorias	2
Contenido	7
Capítulo Primero	9
Capítulo Segundo	11
Capítulo Tercero	31
Capítulo Cuarto	40
Capítulo Quinto	54
Capítulo Sexto	58
Bibliografía	61